

ИССЛЕДОВАНИЕ ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ В КАРКАСЕ ОДНОЭТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ

Левицкий А. А.

Научный руководитель – Юркова К. В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. Излагаются результаты исследования внутренних усилий в каркасе одноэтажного производственного здания. Рассматривается влияние соотношения жесткостей элементов рамы, соотношения нагрузок на величины изгибающих моментов при монолитном решении, а также в процессе сборки при изменении расчетной схемы.

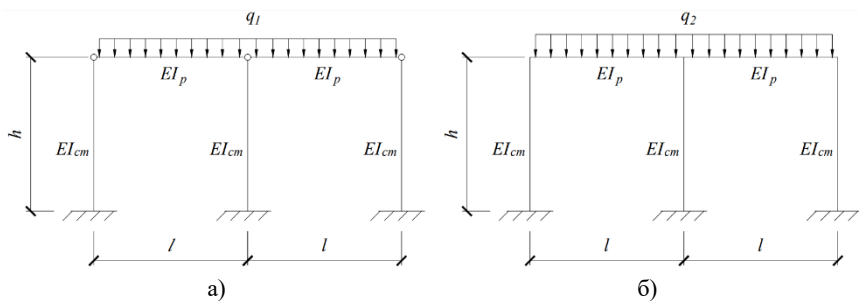
Введение

Одно из отличий сборных конструкций от монолитных в том, что сборная конструкция загружается собственным весом еще во время возведения. В процессе сборки могут добавляться новые элементы, ставятся и добавляются монтажные устройства [1]. Все эти изменения вносят изменения в работу конструкции, если она является статически неопределимой, и влияют на величину усилий, которые сформировываются к концу сборки.

Цель данного исследования показать, как изменяются внутренние усилия, в частности изгибающие моменты, в зависимости от расчетной схемы, от соотношения жесткостей в ригелях и стойках, и от соотношения нагрузок [2].

Для сравнительного анализа были выбраны расчетные схемы одноэтажного каркаса производственного здания: сборная конструкция (рисунок 1) и монолитная конструкция (рисунок 2).

Этап I. При заданных значениях $l = 3\text{ м}$, $h = 3\text{ м}$ и $\frac{q_2}{q_1} = 1$, изменяем соотношение жесткостей ригеля и стойки: $\frac{EI_p}{EI_{ст}} = 2; 4; 8; \dots$



а – сборная рама в процессе монтажа,
б - сборная рама после замоноличивания
Рисунок 1. – Расчетные схемы одноэтажного каркаса

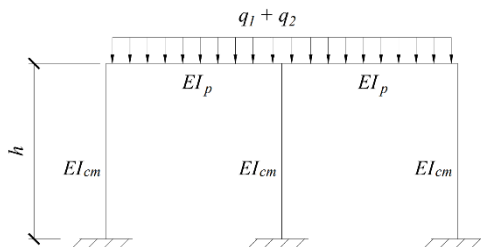


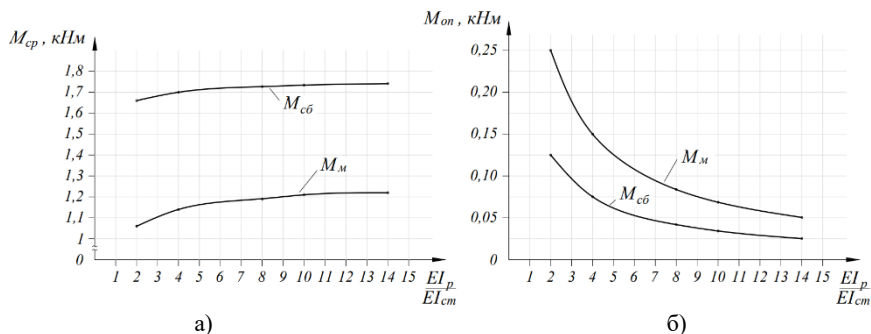
Рисунок 2. – Расчетные схемы одноэтажного каркаса (монолитное решение)

Расчет рамы производится на ПК Ли́ра 9.13 [3].

Результаты расчета при изменении жесткостей представлены в таблице 1 и на рисунке 3.

Таблица 1

$\frac{EI_p}{EI_{ст}}$	Момент на опорах, кНм		Момент в среднем узле, кНм		Момент в середине пролетов, кНм	
	$M_{сб}$	M_M	$M_{сб}$	M_M	$M_{сб}$	M_M
2	0,1250	0,2500	0,9990	2,0000	1,6600	1,0600
4	0,0752	0,1500	1,0500	2,1000	1,7000	1,1400
8	0,0419	0,0838	1,0800	2,1600	1,7270	1,1900
10	0,0343	0,0686	1,0900	2,1800	1,7340	1,2100
14	0,0252	0,0505	1,1000	2,1900	1,7410	1,2200



а – зависимость изгибающего момента в середине пролетов в сборном ($M_{сб}$) и монолитном (M_m) одноэтажном каркасе от соотношения жесткостей ригелей (EI_p) и стоек (EI_{cm});

б – зависимость изгибающего момента на опорах в сборном ($M_{сб}$) и монолитном (M_m) одноэтажном каркасе от соотношения жесткостей ригелей (EI_p) и стоек (EI_{cm});

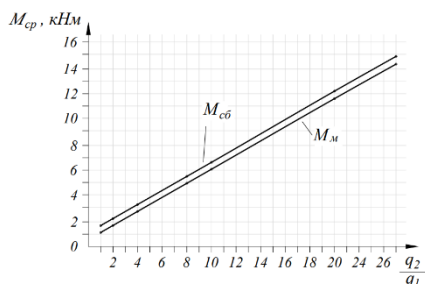
Рисунок 3. – Графики зависимости изгибающих моментов от соотношения жесткостей ригелей и стоек

Этап II. При заданных значениях $l = 3m, h = 3m$ и $\frac{EI_p}{EI_{ст}} = 4$ изменяем соотношение нагрузок: $\frac{q_2}{q_1} = 1; 2; 4; 8; 10 \dots$

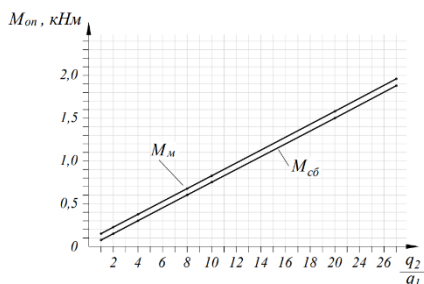
Результаты расчета при изменении соотношения нагрузок представлены в таблице 2 и на рисунке 4.

Таблица 2

$\frac{q_2}{q_1}$	Момент на опорах, кНм		Момент в среднем узле, кНм		Момент в середине пролетов, кНм	
	$M_{сб}$	M_m	$M_{сб}$	M_m	$M_{сб}$	M_m
1	0,0752	0,1500	1,0500	2,1000	1,7000	1,1400
2	0,1500	0,2260	2,1000	3,1500	2,2700	1,7100
4	0,3010	0,3760	4,2000	5,2400	3,4100	2,8500
8	0,6020	0,6770	8,3900	9,4400	5,6900	5,1300
10	0,7520	0,8270	10,5000	11,5000	6,8300	6,2700
20	1,5000	1,5800	21,0000	22,0000	12,5300	12,0000
25	1,8800	1,9600	26,2000	27,3000	15,4300	14,8000



а)



б)

а – зависимость изгибающего момента в середине пролетов в сборном (M_{cb}) и монолитном (M_m) одноэтажном каркасе от соотношения нагрузок (q_2) и (q_1);
б – зависимость изгибающего момента на опорах в сборном (M_{cb}) и монолитном (M_m) одноэтажном каркасе от соотношения нагрузок (q_2) и (q_1);

Рисунок 3. – Графики зависимости изгибающих моментов от соотношения нагрузок

Этап III. Сопоставление результатов: сопоставление изгибающих моментов в характерных сечениях сборной и монолитной рамы, процент расхождения этих величин сведены в таблице 3.

Таблица 3

$\frac{q_2}{q_1}$	Момент на опорах, кНм		% рас- хожд.	Момент в среднем узле, кНм		% рас- хожд.
	M_{cb}	M_m		M_{cb}	M_m	
1	0,0752	0,1500	49,87	1,0500	2,1000	50,00
2	0,1500	0,2260	33,63	2,1000	3,1500	33,33
4	0,3010	0,3760	19,95	4,2000	5,2400	19,85
8	0,6020	0,6770	11,08	8,3900	9,4400	11,12
10	0,7520	0,8270	9,07	10,5000	11,5000	8,70
20	1,5000	1,5800	5,06	21,0000	22,0000	4,55
25	1,8800	1,9600	4,08	26,2000	27,3000	4,03

Закключение

Анализ изгибающих моментов при различных конструктивных решениях каркаса одноэтажного производственного здания (сборное

и монолитное) показывает, что при небольших значениях $\frac{q_2}{q_1}$ расхождения в значениях изгибающих моментов для сборной и монолитной рамы весьма значительны, порядка 50%. Это обстоятельство необходимо учитывать при расчетах статически неопределимых систем.

При больших значениях $\frac{q_2}{q_1}$ расхождения в значениях изгибающих моментов для сборной и монолитной рамы значительно меньше. Если эти расхождения получаются менее 5%, то их можно считать несущественными.

Литература

1. Расчет и конструирование сборных железобетонных конструкций многоэтажного каркасного здания : учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Строительные, железобетонные и каменные конструкции» для студентов специальностей строительного профиля / Н. А. Рак [и др.]. – Минск : БНТУ, 2012. – 96 с.

2. Строительная механика [Электронный ресурс] : учебно-методический комплекс для студентов специальности 1-70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство" / Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Геотехника и строительная механика» ; сост.: А. А. Борисевич, Е. М. Сидорович. – Минск : БНТУ, 2019.

3. ЛИРА-САПР. Книга I. Основы. Е.Б Стрелец–Стрелецкий, А.В. Журавлев, Р.Ю. Водопьянов. Под ред. Академика РААСН, докт. техн. наук, проф. А.С. Городецкого. Электронное издание, 2019г. – 154 с.